

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re the Application of

Inventors: Kenichi MIYOSHI

Application No.: New PCT Application

Filed: September 17, 2001

For: RADIO RECEIVING APPARATUS AND RADIO RECEIVING
METHOD

CLAIM FOR PRIORITY

Assistant Commissioner of Patents
Washington, D.C. 20231

Dear Sir:

The benefit of the filing date of the following prior foreign application filed in the following foreign country is hereby requested for the above-identified application and the priority provided in 35 USC 119 is hereby claimed:

Japanese Appln. No. 2000-010878, filed January 19, 2000.

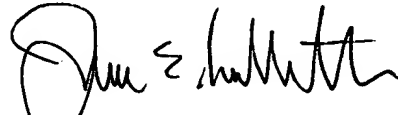
The International Bureau received the priority document within the time limit, as evidenced by the attached copy of the PCT/IB/304.

BEST AVAILABLE COPY

THIS PAGE BLANK (USPTO)

It is requested that the file of this application be marked to indicate that the requirements of 35 USC 119 have been fulfilled and that the Patent and Trademark Office kindly acknowledge receipt of this document.

Respectfully submitted,



James E. Ledbetter
Registration No. 28,732

Date: September 27, 2001

JEL/SPP

Attorney Docket No. L9289.01190

STEVENS DAVIS, MILLER & MOSHER, L.L.P.
1615 L STREET, NW, Suite 850
P.O. Box 34387
WASHINGTON, DC 20043-4387
Telephone: (202) 785-0100
Facsimile: (202) 408-5200

THIS PAGE BLANK (USPTO)

PCT/JP01/00250

日 本 国 特 許 庁

PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

EKU

17.01.01

REC'D 09 MAR 2001

WIPO PCT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

JPO1/250.

出 願 年 月 日
Date of Application:

2000年 1月19日

出 願 番 号
Application Number:

特願2000-010878

出 願 人
Applicant(s):

松下電器産業株式会社

09/936728

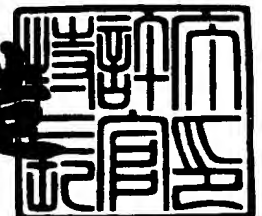
PRIORITY
DOCUMENT

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

2001年 2月23日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2001-3009572

【書類名】 特許願

【整理番号】 2906415264

【提出日】 平成12年 1月19日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H04J 13/04

【発明者】

 【住所又は居所】 神奈川県横浜市港北区綱島東四丁目 3 番 1 号 松下通信
工業株式会社内

 【氏名】 三好 憲一

【特許出願人】

 【識別番号】 000005821

 【氏名又は名称】 松下電器産業株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100105050

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 鷺田 公一

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 041243

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1

 【物件名】 図面 1

 【物件名】 要約書 1

 【包括委任状番号】 9700376

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 無線受信装置および無線受信方法

【特許請求の範囲】

【請求項1】 アダプティブアレーアンテナを構成する各アンテナ素子で受信された受信信号に対する受信重み付け係数を算出する第1の算出手段と、前記受信信号について到来方向を推定する到来方向推定手段と、前記受信重み付け係数および前記到来方向に従ってレプリカ信号生成用の重み付け係数を算出する第2の算出手段と、前記レプリカ信号生成用の重み付け係数を使用して前記受信信号についてそれぞれレプリカ信号を生成するレプリカ信号生成手段と、前記受信信号から前記レプリカ信号を除去する除去手段と、を具備することを特徴とする無線受信装置。

【請求項2】 第1の算出手段は、干渉信号源が存在する方向にヌル点に向けるような指向性パターンが形成される受信重み付け係数を算出することを特徴とする請求項1記載の無線受信装置。

【請求項3】 第1の算出手段、到来方向推定手段および除去手段を有する処理手段を多段具備することを特徴とする請求項1または請求項2記載の無線受信装置。

【請求項4】 後段の処理手段において、第1の算出手段は、前段の除去手段において受信信号からレプリカ信号が除去された信号に対して受信重み付け係数を算出することにより、受信重み付け係数を逐次更新していくことを特徴とする請求項3記載の無線受信装置。

【請求項5】 後段の処理手段において、到来方向推定手段は、前段の除去手段において受信信号からレプリカ信号が除去された信号について到来方向を推定することを特徴とする請求項3または請求項4記載の無線受信装置。

【請求項6】 後段の処理手段において、到来方向推定手段は、所定の区間において算出したステアリングベクトルの平均値を用いて到来方向を推定することを特徴とする請求項5記載の無線受信装置。

【請求項7】 請求項1から請求項6のいずれかに記載の無線受信装置を搭載することを特徴とする移動局装置。

【請求項 8】 請求項 1 から請求項 6 のいずれかに記載の無線受信装置を搭載することを特徴とする基地局装置。

【請求項 9】 アダプティブアレーアンテナを構成する各アンテナ素子で受信された受信信号に対する受信重み付け係数を算出し、前記受信信号について到来方向を推定し、前記受信重み付け係数および前記到来方向に従ってレプリカ信号生成用の重み付け係数を算出し、前記レプリカ信号生成用の重み付け係数を使用して前記受信信号についてそれぞれレプリカ信号を生成し、前記受信信号から前記レプリカ信号を除去することを特徴とする無線受信方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、CDMA (Code Division Multiple Access ; 符号分割多元接続) 方式の移動体通信システムに用いられる無線受信装置および無線受信方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

CDMA方式の移動体通信システムにおいては、同一帯域で複数のユーザの信号が伝送されるので、受信側装置が受信する信号は、様々な信号による干渉を受けて、特性の劣化を生ずることになる。

【0003】

上記干渉を除去する装置としては、アレーアンテナが知られている。アレーアンテナとは、複数のアンテナ素子で構成されており、各アンテナ素子で受信する信号に各々振幅と位相の調整を与えることにより、受信指向性を自由に設定できるアンテナである。この場合、受信信号に対して与える振幅と位相の調整は、受信信号処理回路において重み付け係数（以下、この重み付け係数を「受信ウェイト」という。）を乗算することにより行うことができる。受信信号処理回路において乗算する受信ウェイトを調整することにより、所望の方向から到来する信号のみを強く受信することができる。

【0004】

また、上記干渉を除去する別の装置としては、干渉キャンセラも知られている。干渉キャンセラは、通信相手の以外の他の通信相手からの信号（干渉）を除去して、受信信号から所望信号を抽出する技術である。従来、干渉キャンセラとしては、1) 佐和橋、三木、安藤、樋口による”DS-CDMAにおけるパイロットシンボルを用いる逐次チャネル推定型シリアルキャンセラ（電子情報通信学会、無線通信システム研究会技術報告、RCS95-50、1995年7月）”、2) 吉田、後川による”シンボルレプリカ処理を活用した逐次伝送路推定型CDMAマルチステージ干渉キャンセラ（電子情報通信学会、無線通信システム研究会技術報告、RCS96-171、1997年2月）”、3) 上杉、加藤、本間による”上り回線におけるCDMA用干渉キャンセラの検討（電子情報通信学会、無線通信システム研究会技術報告、RCS96-121、1997年1月）”等に記載された装置がある。以下、上記3装置をそれぞれ、1) シリアル型干渉キャンセラ、2) パラレル型干渉キャンセラ、3) シンボルランキング型干渉キャンセラ、と呼ぶものとする。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

アレーアンテナと干渉キャンセラとを組み合わせる用いることにより、それぞれを独立して用いるよりも、干渉除去効果をさらに大きくできることが期待できる。

【0006】

しかしながら、アレーアンテナを用いて受信指向性を各通信相手に対応するチャネル毎に個別に与える無線通信システムにおいては、それぞれの通信相手に対して干渉となる度合いは通信相手毎に異なってくる。したがって、このようなシステムにおいて干渉キャンセラを適用する場合、干渉キャンセラを各通信相手に対応するチャネル毎に個別に設ける必要がある。よって、アレーアンテナと干渉キャンセラとを単純に組み合わせたのでは、演算量および装置規模が大きくなってしまい、実際にハード設計を考慮すると非常に実現困難である。

【0007】

本発明はかかる点に鑑みてなされたものであり、アレーアンテナと干渉キャン

セラを組み合わせた場合においても、各通信相手に対応するチャネル毎に干渉キャンセラを設けることなく小さい装置規模で、所望信号を高い品質で受信することができる無線受信装置および無線受信方法を提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】

本発明の無線受信装置は、アダプティブアレーアンテナを構成する各アンテナ素子で受信された受信信号に対する受信重み付け係数を算出する第1の算出手段と、前記受信信号について到来方向を推定する到来方向推定手段と、前記受信重み付け係数および前記到来方向に従ってレプリカ信号生成用の重み付け係数を算出する第2の算出手段と、前記レプリカ信号生成用の重み付け係数を使用して前記受信信号についてそれぞれレプリカ信号を生成するレプリカ信号生成手段と、前記受信信号から前記レプリカ信号を除去する除去手段と、を具備する構成を採る。

【0009】

この構成によれば、受信ウェイトの算出アルゴリズムに限定されずに干渉除去効果を高めるために最適な指向性制御方法を用いてアレー受信を行い、アレーアンテナの各アンテナで受信した信号毎にレプリカ信号を生成することができるため、アレーアンテナと干渉キャンセラを組み合わせた場合においても、小さい装置規模で、所望信号を高い品質で受信することができる。

【0010】

本発明の無線受信装置は、第1の算出手段が、干渉信号源が存在する方向にヌル点を向けるような指向性パターンが形成される受信重み付け係数を算出する構成を採る。

【0011】

この構成によれば、ヌルステアリングによるアレー受信を行うので、干渉除去効果を高めることができる。

【0012】

本発明の無線受信装置は、第1の算出手段、到来方向推定手段および除去手段を有する処理手段を多段具備する構成を採る。

【 0 0 1 3 】

本発明の無線受信装置は、後段の処理手段において、第 1 の算出手段が、前段の除去手段において受信信号からレプリカ信号が除去された信号に対して受信重み付け係数を算出することにより、受信重み付け係数を逐次更新していく構成を採る。

【 0 0 1 4 】

これらの構成によれば、干渉の状態の変化に追従して受信重み付け係数を更新することができるため、指向性パターンおよびレプリカ信号を精度よく生成することができる。

【 0 0 1 5 】

本発明の無線受信装置は、後段の処理手段において、到来方向推定手段が、前段の除去手段において受信信号からレプリカ信号が除去された信号について到来方向を推定する構成を採る。

【 0 0 1 6 】

本発明の無線受信装置は、後段の処理手段において、到来方向推定手段が、所定の区間において算出したステアリングベクトルの平均値を用いて到来方向を推定する構成を採る。

【 0 0 1 7 】

これらの構成によれば、後段のステージに進むほど、到来方向の推定精度を高めることができるため、レプリカ信号生成用の重み付け係数の算出精度を高めることができる。

【 0 0 1 8 】

本発明の移動局装置は、前記いずれかの無線受信装置を搭載する構成を採る。
また、本発明の基地局装置は、前記いずれかの無線受信装置を搭載する構成を採る。

【 0 0 1 9 】

これらの構成によれば、移動局装置や基地局装置においてアレーアンテナと干渉キャンセラを組み合わせた場合においても、小さい装置規模で、所望信号を高い品質で受信することができる。

【 0 0 2 0 】

本発明の無線受信方法は、アダプティブアレーアンテナを構成する各アンテナ素子で受信された受信信号に対する受信重み付け係数を算出し、前記受信信号について到来方向を推定し、前記受信重み付け係数および前記到来方向に従ってレプリカ信号生成用の重み付け係数を算出し、前記レプリカ信号生成用の重み付け係数を使用して前記受信信号についてそれぞれレプリカ信号を生成し、前記受信信号から前記レプリカ信号を除去するようにした。

【 0 0 2 1 】

この方法によれば、受信ウェイトの算出アルゴリズムに限定されずに干渉除去効果を高めるために最適な指向性制御方法を用いてアレー受信を行い、アレーアンテナの各アンテナで受信した信号毎にレプリカ信号を生成することができるため、アレーアンテナと干渉キャンセラを組み合わせた場合においても、小さい装置規模で、所望信号を高い品質で受信することができる。

【 0 0 2 2 】

【発明の実施の形態】

本発明の骨子は、アレーアンテナの各アンテナで受信した信号毎にレプリカ信号を生成することにより、アレーアンテナと干渉キャンセラを組み合わせた場合においても、各通信相手に対応するチャンネル毎に干渉キャンセラを設けることなく小さい装置規模で、所望信号を高い品質で受信することである。特に、本発明では、受信ウェイトの算出アルゴリズムに限定されず、干渉除去効果を高めるために最適な指向性パターンが形成されるような受信ウェイトを算出することを特徴とする。また、本発明では、逐次干渉信号が除去された信号を使用して受信ウェイトを逐次更新して、信頼性の高い指向性パターンを逐次生成することにより、干渉除去効果をさらに高めることを特徴とする。

【 0 0 2 3 】

以下、本発明の実施の形態について、図面を参照して詳細に説明する。

【 0 0 2 4 】

(実施の形態 1)

図 1 は、本発明の実施の形態 1 に係る無線受信装置の概略構成を示す要部ブロ

ック図である。なお、以下の説明では、一例として、干渉キャンセラのステージ数（段数）を 3、通信相手数を 3、およびマルチパスの数を 3 とした場合について説明する。なお、上記それぞれの数は一例であり、本実施形態はこれらの数には限定されない。

【0025】

また、図 1 に示すように、第 1 ステージと第 2 ステージとは同一の構成となるため、同一の各構成部には同一の符号を付し、第 2 ステージの説明を省略する。

【0026】

図 1 において、アンテナ 101-1 を介して受信された信号は、ICU (Interference Canceling Unit) 102-1～3 およびアンテナ 101-1 に対応して設けられた遅延器 103-1 に入力される。同様に、アンテナ 101-2 を介して受信された信号は、ICU 102-1～3 およびアンテナ 101-2 に対応して設けられた遅延器 103-2 に入力される。

【0027】

ICU 102-1～3 は、それぞれ通信相手 1～3 に対応して備えられ、アンテナ 101-1、2 を介して受信されたそれぞれの信号についてレプリカ信号を生成する。ICU 102-1～3 によって生成されたレプリカ信号は、アンテナ 101-1、2 に対応して設けられた加算器 104-1、2 に入力されるとともに、加算器 105-1、2 に入力される。ICU 102-1～3 の構成については、後に詳述する。

【0028】

遅延器 103-1、2 は、受信信号を、ICU 102-1～3 の処理時間だけ遅延させて加算器 104-1、2 へそれぞれ出力する。

【0029】

加算器 104-1 では、アンテナ 101-1 を介して受信された信号から、アンテナ 101-1 を介して受信された信号についての通信相手 1～3 のレプリカ信号が減算される。また、加算器 104-2 では、アンテナ 101-2 を介して受信された信号から、アンテナ 101-2 を介して受信された信号についての通信相手 1～3 のレプリカ信号が減算される。これにより、各アンテナを介して受

信された信号から通信相手すべてのレプリカ信号が除去される。受信信号から通信相手すべてのレプリカ信号が除去された信号（残差信号）は、それぞれ加算器 105-1、2 に入力されるとともに、第 2 ステージの遅延器 103-1、2 に入力される。

【0030】

加算器 105-1、2 では、通信相手毎にそれぞれ、アンテナ 101-1、2 を介して受信された信号についてのレプリカ信号と残差信号とが加算される。これにより、アンテナ毎に、通信相手 1 のレプリカ信号、通信相手 2 のレプリカ信号および通信相手 3 のレプリカ信号が、受信信号から除去されることになる。つまり、通信相手 1 に着目すると、通信相手 1 について干渉となる通信相手 2 の信号および通信相手 3 の信号が受信信号から除去され、通信相手 1 について所望の信号がアンテナ毎に得られることになる。上記同様の処理が行われることにより、干渉となる他の通信相手の信号が受信信号から除去され、通信相手 2 についての所望の信号および通信相手 3 についての所望の信号が、アンテナ毎に得られる。得られた所望の信号は、第 2 ステージの ICU 102-1～3 にそれぞれ入力される。

【0031】

本実施形態の無線受信装置は、第 1 ステージにて行った上記同様の処理を第 2 ステージにおいて繰り返すことにより、レプリカ信号の精度を向上させ、干渉信号除去精度を向上させる。つまり、ステージ数を多くするほど、各通信相手について、他の通信相手から与えられる干渉信号がより多く除去される。

【0032】

第 2 ステージの加算器 105-1、2 で加算された信号は、第 3 ステージの ICU 106-1～3 にそれぞれ入力され、復調される。これにより、通信相手 1～3 のそれぞれの復調信号 1～3 が得られる。ICU 106-1～3 の構成については、後に詳述する。

【0033】

次いで ICU 102-1～3 および ICU 106-1～3 について説明する。
図 2 は、本発明の実施の形態 1 に係る干渉信号除去装置の第 1 ステージおよび第

2ステージのICUの概略構成を示す要部ブロック図であり、図3は、本発明の実施の形態1に係る干渉信号除去装置の第3ステージのICUの概略構成を示す要部ブロック図である。なお、第1ステージおよび第2ステージのICU102-1~3はすべて同一の構成および動作となる。また、第3ステージのICU106-1~3は、同一の構成および動作となる。よって、以下の説明では、通信相手1に対応する第1ステージのICU102-1および第3ステージのICU106-1についてのみ説明し、通信相手2および通信相手3に対応する各ICUについての説明を省略する。また、図2に示すICU102-1および図3に示すICU106-1は、無線受信装置へのマルチパスを3と仮定して構成されており、図2および図3においては、各パス用の構成部がそれぞれP1~P3として示されている。各パス用の各構成部は、同一の構成および動作となるため、第1パス用P1についてのみ説明し、第2パス用P2および第3パス用P3についての説明を省略する。

【0034】

図2において、ICU102-1は、大きく分けて、各アンテナ101-1、2で受信された信号を逆拡散した後、それぞれアンテナ毎の受信ウェイトを乗算する前段S1、レイク合成および仮判定を行う中段S2、および仮判定後の信号に、レプリカ信号生成用の重み付け係数（以下、「レプリカ用ウェイト」という。）を乗算することによってレプリカ信号を生成する後段S3から構成される。

【0035】

アンテナ101-1を介して受信された信号は逆拡散部201-1で逆拡散され、アンテナ101-2を介して受信された信号は逆拡散部201-2で逆拡散される。逆拡散後の信号 X_1 、 X_2 は、乗算器202-1、2、受信ウェイト算出部203、および到来方向推定部204に入力される。

【0036】

受信ウェイト算出部203は、アンテナ毎の受信ウェイト W_1 、 W_2 を算出し、乗算器202-1、2へ出力するとともに、レプリカ用ウェイト算出部211へ出力する。受信ウェイト算出部203は、パス毎、通信相手毎に設けられているので、パス毎、ユーザ毎に異なる受信ウェイトを算出することが可能である。

受信ウェイトの算出方法については後に詳述する。

【0037】

到来方向推定部204は、アンテナ毎に受信信号の到来方向を推定し、各アンテナについてのステアリングベクトル S_1 、 S_2 を、レプリカ用ウェイト算出部211に出力するとともに、第2ステージの到来方向推定部204に出力する。ここで、第1ステージの到来方向推定部204が、ステアリングベクトル S_1 、 S_2 を第2ステージの到来方向推定部204へ出力しているのは、第2ステージの到来方向推定部204では、各パス毎に、第1ステージで算出されたステアリングベクトルと第2ステージで算出されたステアリングベクトルとを平均して、第2ステージでのステアリングベクトルとするためである。これにより、後段のステージに進むほど、ステアリングベクトルの精度を高めることができる。つまり、後段のステージに進むほど、到来方向の推定精度を高めることができるため、レプリカ用ウェイトの算出精度を高めることができる。

【0038】

ここで、各ステージに入力される信号は、それぞれ前段のステージにおいて干渉信号を除去された信号なので、各ステージ毎に干渉の状態が変化する信号が入力されることになる。そこで、本実施形態では、受信ウェイト算出部203および到来方向推定部204がステージ毎に設けられている。これにより、本実施形態では、各ステージ毎にその時点における干渉信号の状態に応じて指向性パターンを適応的に変化させることができる。よって、本実施形態では、指向性パターンおよびレプリカ信号を精度よく生成することができるため、干渉キャンセル処理のみで十分除去できている干渉に対してさらに指向性制御による干渉除去を行ったり、逆に、指向性制御のみで十分除去できている干渉に対してさらに干渉キャンセル処理を行う、といった無駄な処理が行われることがなくなる。また、本実施形態では、順次干渉信号が除去された信号に対して到来方向が推定されるため、後段のステージに進むほど、到来方向の推定精度が向上する。よって、本実施形態では、比較的少ないステージ数で性能の良い干渉除去を行えるので、装置規模を小さくすることができる。

【0039】

逆拡散後の信号 X_1 、 X_2 は、それぞれ乗算器 202-1、2 によって、受信ウェイト W_1 、 W_2 を乗算され、加算器 205 によって加算される。これにより、アレー合成が行われる。アレー合成後の信号は、チャンネル推定部 206 に出力されるとともに、乗算器 207 に出力される。

【0040】

チャンネル推定部 206 は、アレー合成後信号に基づいてチャンネル推定を行い、チャンネル推定値 h_a の複素共役 h_a^* を乗算器 207 に出力するとともに、チャンネル推定値 h_a を乗算器 210 に出力する。乗算器 207 では、アレー合成後信号にチャンネル推定値の複素共役 h_a^* が乗算される。これにより、アレー合成後信号の位相回転が補償される。

【0041】

チャンネル推定値の複素共役 h_a^* を乗算された各パス P1～P3 のアレー合成後信号は、中段 S2 の加算器 208 によって RAKE 合成される。RAKE 合成された結果は、判定器 209 により仮判定される。仮判定後の信号 d は、後段 S3 において、各パス P1～P3 毎に乗算器 210 によってチャンネル推定値 h_a を乗算され、乗算器 212-1、2 に入力される。

【0042】

レプリカ用ウェイト算出部 211 は、受信ウェイト W_1 、 W_2 およびステアリングベクトル S_1 、 S_2 を用いて、レプリカ用ウェイト W_{r1} 、 W_{r2} を算出し、乗算器 212-1、2 にそれぞれ出力する。レプリカ用ウェイトの算出方法については後に詳述する。

【0043】

乗算器 212-1、2 では、乗算器 210 より出力された信号に、それぞれレプリカ用ウェイト W_{r1} 、 W_{r2} が乗算される。これにより、 X_1 、 X_2 にそれぞれ対応するレプリカ信号 X_{r1} 、 X_{r2} が得られる。レプリカ信号 X_{r1} 、 X_{r2} は、それぞれ再拡散部 213-1、2 で拡散され、加算器 214-1、2 に入力される。各パス P1～P3 毎に再拡散されたレプリカ信号 W_{r1} 、 W_{r2} は、加算器 214-1、2 によってそれぞれ加算され、加算器 105-1、2 に入力される。

【0044】

次いで、第3ステージのICU106-1について説明する。第3ステージのICU106-1は、図3に示すように、図2に示すICU102-1の前段S1および中段S2とほぼ同一の構成となる。よって、図2に示すICU102-1と同一の各構成部には同一の符号を付し、第3ステージのICU106-1の説明を省略する。ICU106-1がICU102-1と違う点は、ICU102-1に設けられていた到来方向推定部204がない点である。これは、第3ステージでは、レプリカ信号ではなく復調信号1が出力されるため、レプリカ信号の生成に必要なレプリカ用ウェイトが必要ないので、レプリカ用ウェイトの算出に必要なステアリングベクトルも必要ないからである。

【0045】

次いで、受信ウェイト W_1 、 W_2 の算出方法およびレプリカウェイト W_{r1} 、 W_{r2} の算出方法について説明する。

【0046】

アレーアンテナによる指向性制御の方法には、大きく分けて、ビームステアリングにより指向性制御を行うものと、ヌルステアリングにより指向性制御を行うものがある。

【0047】

ビームステアリングとは、所望の通信相手が存在する方向に指向性を向けるような指向性パターンを生成することにより他の通信相手からの干渉を除去する方法であり、一方、ヌルステアリングとは所望の通信相手に対して干渉となる通信相手が存在する方向にヌル点を形成した指向性パターンを生成することにより他の通信相手からの干渉を除去する方法である。

【0048】

ビームステアリングを用いてアレー受信する場合には、各アンテナで受信された信号がすべて同相で加算されるように、受信ウェイト W_1 、 W_2 として同相加算ウェイトが各アンテナで受信された信号に乗算される。同相加算ウェイトは各アンテナで受信された信号の位相のみを調整するウェイトであるため、受信ウェイト W_1 、 W_2 として同相加算ウェイトが用いられた場合には、調整された位相を元に戻すように、レプリカ用ウェイト W_{r1} 、 W_{r2} として受信ウェイト W_1 、 W_2 の複

素共役を仮判定後の信号に乗算することによって、アンテナ毎のレプリカ信号 X_{r1} 、 X_{r2} を生成することができる。

【0049】

しかしながら、ビームステアリング（すなわち、同相加算ウェイト）では、図4に示すように指向性パターンが急峻にならない。また、ビームステアリングでは、所望の通信相手が存在する方向に指向性パターンの中心が向くように制御されるため、所望の通信相手が存在する方向と干渉となる通信相手の存在する方向とが近接している場合や、干渉となる通信相手の送信パワーが所望の通信相手の送信パワーに比べて大きい場合には、所望の通信相手について十分に干渉を除去することができない。具体的には、図4に示すように、所望の通信相手1が存在する方向に近接して通信相手2が存在した場合には、ビームステアリングでは、通信相手1に対して干渉となる通信相手2から送信される信号を十分に除去することができないため、所望の通信相手1のゲインが、通信相手2からの干渉がないときに比べ非常に小さくなる。

【0050】

これに対して、ヌルステアリングでは、図5に示すように、所望の通信相手1については、干渉となる通信相手2が存在する方向にヌル点を向けるような指向性パターンが形成される。これにより、通信相手1に対して干渉となる通信相手2から送信される信号を十分に除去することができ、ビームステアリングを用いた場合に比べ、所望の通信相手1のゲインが非常に大きくなる。このように、干渉信号の除去にあたっては、ヌルステアリングによるアレー受信を行うのが効果的である。

【0051】

よって、本実施形態の無線受信装置では、ヌルステアリングによるアレー受信を行うようにした。つまり、図2に示す受信ウェイト算出部203が、例えば、MMSE（Minimum Mean Square Error）を規範とする制御アルゴリズムにより受信ウェイト W_1 、 W_2 を算出して、ヌル点を求める。

【0052】

しかし、こようにして算出された受信ウェイト W_1 、 W_2 は、単に各アンテナで

受信された信号の位相のみを調整するウェイトではないため、ヌルステアリングを用いてアレー受信する場合には、レプリカ用ウェイト W_{r1} 、 W_{r2} として、単に受信ウェイト W_1 、 W_2 の複素共役を仮判定後の信号に乗算することによって、アンテナ毎のレプリカ信号 X_{r1} 、 X_{r2} を生成することができない。

【0053】

そこで、本実施形態では、図2に示すレプリカ用ウェイト算出部211が、以下のようにしてレプリカ用ウェイト W_{rk} を算出する。なお、本実施形態では、アレーアンテナの本数は2本であるため、 k は1または2となる。

【0054】

今、判定器209で仮判定された信号を d 、到来方向推定部204で求められた各アンテナについてのステアリングベクトルを S_k 、各アンテナで受信された信号 X_k についてのチャネル推定値を h とすると、レプリカ信号 X_{rk} は、

【数1】

$$X_{rk} = dhS_k \quad \dots (1)$$

と表される。なお、今、各アレーアンテナ間のフェージング相関を1として考えているため、各アンテナで受信された信号についてのチャネル推定値は、すべて h となる。

【0055】

また、チャネル推定部206によって求められるアレー合成後信号についてのチャネル推定値を h_a とし、各アンテナで受信された信号 X_k に乘算される受信ウェイトを W_k とすると、

【数2】

$$dh_a = \sum_{k=1}^n X_k W_k \quad \dots (2)$$

の関係が成り立つ。ここで、 n はアンテナの本数になる。

【0056】

上式(1)を(2)に代入すると、

【数 3】

$$dh_a = \sum_{k=1}^n dh S_k W_k \quad \cdots (3)$$

となり、上式 (3) より

【数 4】

$$h = \frac{h_a}{\sum_{k=1}^n S_k W_k} \quad \cdots (4)$$

となる。

【0057】

次いで、上式 (4) を上式 (1) に代入すると、

【数 5】

$$X_{rk} = \frac{d S_k h_a}{\sum_{k=1}^n S_k W_k} \quad \cdots (5)$$

となる。

【0058】

また、レプリカ信号 X_{rk} は、

【数 6】

$$X_{rk} = dh_a W_k \quad \cdots (6)$$

となるので、上式 (5) と上式 (6) とを比較して、レプリカ用ウェイト W_{rk} は

【数 7】

$$W_{rk} = \frac{S_k}{\sum_{k=1}^n S_k W_k} \quad \cdots (7)$$

として、レプリカ用ウェイト算出部 211 によって算出される。よって、本実施形態の無線受信装置では、受信ウェイト W_k がどのような種類の受信ウェイトであっても、その受信ウェイトの種類に限定されずに、レプリカ用ウェイト W_{rk} を

算出することができる。

【0059】

従って、本実施形態の無線受信装置は、レプリカ用ウェイト W_{rk} が、受信ウェイト W_k の複素共役でない場合であっても、レプリカ信号 X_{rk} をアンテナ毎に生成することができる。つまり、本実施形態の無線受信装置で用いる受信ウェイトの種類は同相加算ウェイトに限定されないため、本実施形態の無線受信装置は、干渉除去効果の高いヌルステアリングを用いてアレー受信を行うことができる。

【0060】

なお、上記説明では一例としてヌルステアリングを用いてアレー受信を行う場合について説明したが、本実施形態の無線受信装置は、受信ウェイトがどのような種類の受信ウェイトであってもレプリカ信号を生成することができるため、アレー受信の方法はヌルステアリングに限定されない。

【0061】

例えば、本実施形態の無線受信装置が、ビームステアリングによるアレー受信を行う場合には、到来方向推定部204がステアリングベクトル S_k を受信ウェイト算出部203に出力し、受信ウェイト算出部203が、受信ウェイト W_k を、ステアリングベクトル S_k の複素共役 S_k^* として算出する。すなわち、上式（7）において

【数8】

$$W_k = S_k^* \quad \dots (8)$$

となる。

【0062】

よって、レプリカ用ウェイト算出部211は、上式（7）を使用してレプリカ用ウェイト W_{rk} を

【数9】

$$W_{rk} = S_k \quad \dots (9)$$

と算出する。

【0063】

よって、レプリカ用ウェイト W_{rk} は、受信ウェイト W_k の複素共役となるので、本実施形態の無線受信装置では、受信ウェイト W_k として、同相加算ウェイトを用いることも可能である。

【 0 0 6 4 】

このように、本実施の形態に係る無線受信装置および無線受信方法によれば、受信ウェイトの算出アルゴリズムに限定されずに干渉除去効果を高めるために最適な指向性制御方法を用いてアレー受信を行い、アレーアンテナの各アンテナで受信した信号毎にレプリカ信号を生成することができるため、アレーアンテナと干渉キャンセラを組み合わせた場合においても、小さい装置規模で、所望信号を高い品質で受信することができる。

【 0 0 6 5 】

また、本実施の形態に係る無線受信装置および無線受信方法によれば、干渉の状態の変化に追従して受信ウェイトを更新することができるため、指向性パターンおよびレプリカ信号を精度よく生成することができる。よって、本実施の形態に係る無線受信装置および無線受信方法によれば、比較的少ないステージ数で性能の良い干渉除去を行えるので、装置規模を小さくすることができる。

【 0 0 6 6 】

さらに、本実施の形態に係る無線受信装置および無線受信方法によれば、後段のステージに進むほど、到来方向の推定精度を高めることができるため、レプリカ用ウェイトの算出精度を高めることができる。

【 0 0 6 7 】

(実施の形態 2)

本発明の実施の形態 2 に係る無線受信装置および無線受信方法は、1つのステージ内において通信相手毎に順次干渉信号の除去を行うものであり、1つのステージ内において通信相手毎に逐次受信ウェイトを更新するものである。

【 0 0 6 8 】

図 6 は、本発明の実施の形態 2 に係る無線受信装置の概略構成を示す要部ブロック図である。なお、図 6 に示す I C U 6 0 6 - 1 ~ 3 は、図 2 に示す I C U 1 0 2 - 1 と同一の構成となるため、各 I C U についての詳しい説明は省略する。

但し、図6に示す第3ステージのICU606-1、2は、レプリカ信号を出力するとともに、それぞれ復調信号1、2を出力する構成を採る。また、図6に示す第3ステージのICU606-3は、図3に示すICU106-1と同一の構成を採り、復調信号3を出力する。

【0069】

また、図6に示すように、第1ステージ～第3ステージはすべて同一の構成となるため、同一の各構成部には同一の符号を付し、第2ステージおよび第3ステージの説明を省略する。

【0070】

アンテナ601-1、2を介して受信された信号はそれぞれ、遅延器602-1、2および遅延器603-1、2に入力される。遅延器602-1、2に入力された受信信号は、所定の時間だけ遅延された後、第2ステージへ出力される。また、遅延器603-1、2に入力された受信信号は、所定の時間だけ遅延された後、ICU606-1に出力されるとともに、遅延器604-1、2に出力される。

【0071】

ICU606-1では、受信信号より、受信ウェイト、ステアリングベクトルおよび通信相手1についてのレプリカ信号が、アンテナ毎に生成される。アンテナ毎に生成された通信相手1についてのレプリカ信号が加算器607-1、2にそれぞれ入力されるとともに、アンテナ毎のステアリングベクトルが第2ステージのICU606-1に入力される。

【0072】

遅延器604-1、2に接続されている加算器607-1、2では、遅延器604-1、2で遅延された受信信号から通信相手1についてのレプリカ信号が除去される。

【0073】

ICU606-2では、受信信号から通信相手1についてのレプリカ信号が除去された信号より、受信ウェイト、ステアリングベクトルおよび通信相手2についてのレプリカ信号が、アンテナ毎に生成される。アンテナ毎に生成された通信

相手 2 についてのレプリカ信号が次の加算器 6 0 7 - 1、2 にそれぞれ入力されるとともに、アンテナ毎のステアリングベクトルが第 2 ステージの I C U 6 0 6 - 2 に入力される。

【 0 0 7 4 】

遅延器 6 0 5 - 1、2 に接続されている加算器 6 0 7 - 1、2 では、遅延器 6 0 5 - 1、2 で遅延された受信信号から、通信相手 1 についてのレプリカ信号および通信相手 2 についてのレプリカ信号が除去される。

【 0 0 7 5 】

そして、I C U 6 0 6 - 3 では、受信信号から通信相手 1 についてのレプリカ信号および通信相手 2 についてのレプリカ信号が除去された信号より、受信ウェイト、ステアリングベクトルおよび通信相手 3 についてのレプリカ信号が、アンテナ毎に生成される。

【 0 0 7 6 】

このように、1 つのステージ内において各 I C U は、順次干渉信号の除去された信号より受信ウェイトを算出していくため、1 つのステージ内において通信相手毎に逐次受信ウェイトが更新される。

【 0 0 7 7 】

次いで、図 7 を使用して第 1 ステージの各 I C U で生成される指向性パターンについて説明する。図 7 は、本発明の実施の形態 2 に係る無線受信装置の各 I C U で生成される指向性パターンの一例を示す図である。なお、図 7 においては、矢印の幅が広くなるほど、送信パワーが大きいものとする。

【 0 0 7 8 】

まず、I C U 6 0 6 - 1 に入力される信号中には、通信相手 1 ~ 3 についてのすべての信号が含まれている。I C U 6 0 6 - 1 がヌルステアリングによりアレ一受信を行うとすると、I C U 6 0 6 - 1 では、図 7 (a) に示すように、通信相手 2 の存在する方向にヌル点が向くような指向性パターンが生成される。これにより、I C U 6 0 6 - 1 は、通信相手 2 から受ける干渉を除去した後レプリカ信号を生成することができるので、通信相手 1 についてレプリカ信号を精度よく生成することができる。

【0079】

なお、通信相手3の存在する方向へヌル点が向かないのは、今ここではアンテナ数が2本のためヌル点は1つしか生成できず、干渉量の大きい通信相手2の存在する方向にヌル点が形成されるからである。

【0080】

遅延器604-1、2に接続された加算器607-1、2によって、受信信号から通信相手1についてのレプリカ信号が除去されるので、ICU606-2に入力される信号中には、通信相手2および通信相手3についての信号のみが含まれる。よってICU606-2では、図7(b)に示すように、通信相手3の存在する方向にヌル点が向くような指向性パターンが生成される。これにより、ICU606-2は、通信相手1から受ける干渉を除去された信号からさらに通信相手3から受ける干渉を除去した後レプリカ信号を生成することができるので、通信相手2についてレプリカ信号を精度よく生成することができる。

【0081】

そして、遅延器605-1、2に接続された加算器607-1、2によって、受信信号から通信相手1についてのレプリカ信号および通信相手2についてのレプリカ信号が除去されるので、ICU606-3には、通信相手3から送信された信号のみが入力されることになる。よってICU606-3では、図7(c)に示すように、通信相手3の存在する方向にビームが向くような指向性パターンが生成される。これにより、通信相手3についてレプリカ信号を精度よく生成することができる。

【0082】

ここで、実施の形態1では、アレーアンテナとパラレル型の干渉キャンセラを組み合わせた無線受信装置について説明した。実施の形態1の無線受信装置ではパラレル型の干渉キャンセラとなっているため、1つのステージ内では、各通信相手について同時並行的に干渉信号が除去される。よって、実施の形態1では、1つのステージ内においては、各ICUは、そのステージで除去される干渉信号を考慮することなく、受信ウェイトを算出する。

【0083】

これに対し、本実施形態の無線受信装置は、図6に示すように、アレーアンテナとシリアル型の干渉キャンセラを組み合わせた無線受信装置である。このため、本実施形態の無線受信装置では、1つのステージ内において通信相手毎に順次干渉信号が除去されていく。よって、本実施形態の無線受信装置では、1つのステージ内において各ICUには干渉信号が順次除去された信号が入力される。

【0084】

つまり、本実施形態の無線受信装置の各ICUは、1つのステージ内で順次干渉信号が除去された信号に対して受信ウェイトを算出するため、実施の形態1の無線受信装置の各ICUに比べ、干渉がより少ない信号に対して受信ウェイトを算出することができる。よって、本実施形態の無線受信装置では、実施の形態1に比べ、指向性パターンおよびレプリカ信号をより精度よく生成できる。これにより、本実施形態の無線受信装置では、実施の形態1に比べ、ステージ数をさらに減らしても高い干渉除去能力を得ることができるので、さらに装置規模を小さくすることができる。

【0085】

このように、本実施の形態に係る無線受信装置および無線受信方法によれば、1つのステージ内において通信相手毎に順次干渉信号の除去を行い、1つのステージ内において通信相手毎に逐次受信ウェイトを更新するため、指向性パターンおよびレプリカ信号の精度を向上させることができる。よって、本実施の形態に係る無線受信装置および無線受信方法によれば、実施の形態1に比べ、ステージ数をさらに減らしても高い干渉除去能力を得ることができるので、さらに装置規模を小さくすることができる。

【0086】

なお、上記実施の形態1および2においては、到来方向の推定方法は特に限定されない。到来方向推定ではアンテナ毎のステアリングベクトル S_k を求めることを目的としているため、上記実施の形態1および2に係る無線受信装置は、ステアリングベクトル S_k が求まるのならば、いかなる方法を用いてステアリングベクトル S_k を求めても構わない。例えば、上記実施の形態1および2に係る無線受信装置は、各アンテナで受信された信号と既知信号との相互相関値を算出す

ることによって、ステアリングベクトル S_k を求めることができる。

【0087】

また、上記実施の形態1ではアレーアンテナとパラレル型干渉キャンセラとを組み合わせた無線受信装置について説明し、上記実施の形態2ではアレーアンテナとシリアル型干渉キャンセラとを組み合わせた無線受信装置について説明した。しかし、上記実施の形態1および2は、アレーアンテナとシンボルランキング型干渉キャンセラとを組み合わせた無線受信装置にも適用可能である。

【0088】

また、上記実施の形態1および2に係る無線受信装置を、移動体通信システムにおける移動局装置や基地局装置に適用することが可能である。適用した場合、移動局装置や基地局装置においてアレーアンテナと干渉キャンセラを組み合わせた場合においても、小さい装置規模で、所望信号を高い品質で受信することができる。

【0089】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、アレーアンテナと干渉キャンセラを組み合わせた場合においても、各通信相手に対応するチャネル毎に干渉キャンセラを設けることなく小さい装置規模で、所望信号を高い品質で受信することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の実施の形態1に係る無線受信装置の概略構成を示す要部ブロック図

【図2】

本発明の実施の形態1に係る干渉信号除去装置の第1ステージおよび第2ステージのICUの概略構成を示す要部ブロック図

【図3】

本発明の実施の形態1に係る干渉信号除去装置の第3ステージのICUの概略構成を示す要部ブロック図

【図4】

ビームステアリングにより形成される指向性パターン図

【図 5】

マルチステアリングにより形成される指向性パターン図

【図 6】

本発明の実施の形態 2 に係る無線受信装置の概略構成を示す要部ブロック図

【図 7】

本発明の実施の形態 2 に係る無線受信装置の各 I C U で生成される指向性パターンの一例を示す図

【符号の説明】

1 0 1 - 1、2 アンテナ

1 0 2 - 1 ~ 3 I C U

1 0 4 - 1、2 加算器

1 0 5 - 1、2 加算器

1 0 6 - 1 ~ 3 I C U

2 0 3 受信ウェイト算出部

2 0 4 到来方向推定部

2 1 1 レプリカ用ウェイト算出部

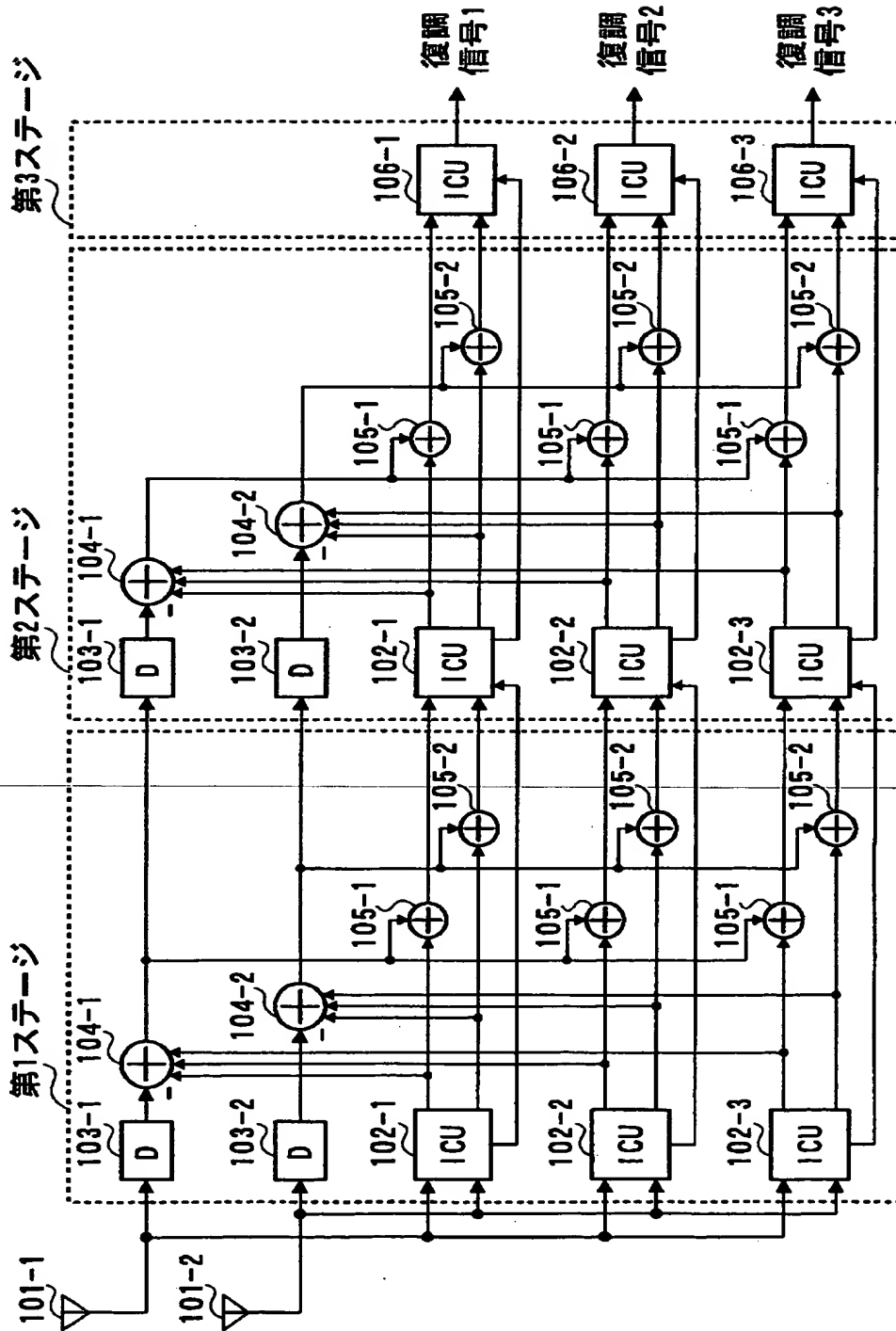
2 1 2 - 1、2 乗算器

6 0 6 - 1 ~ 3 I C U

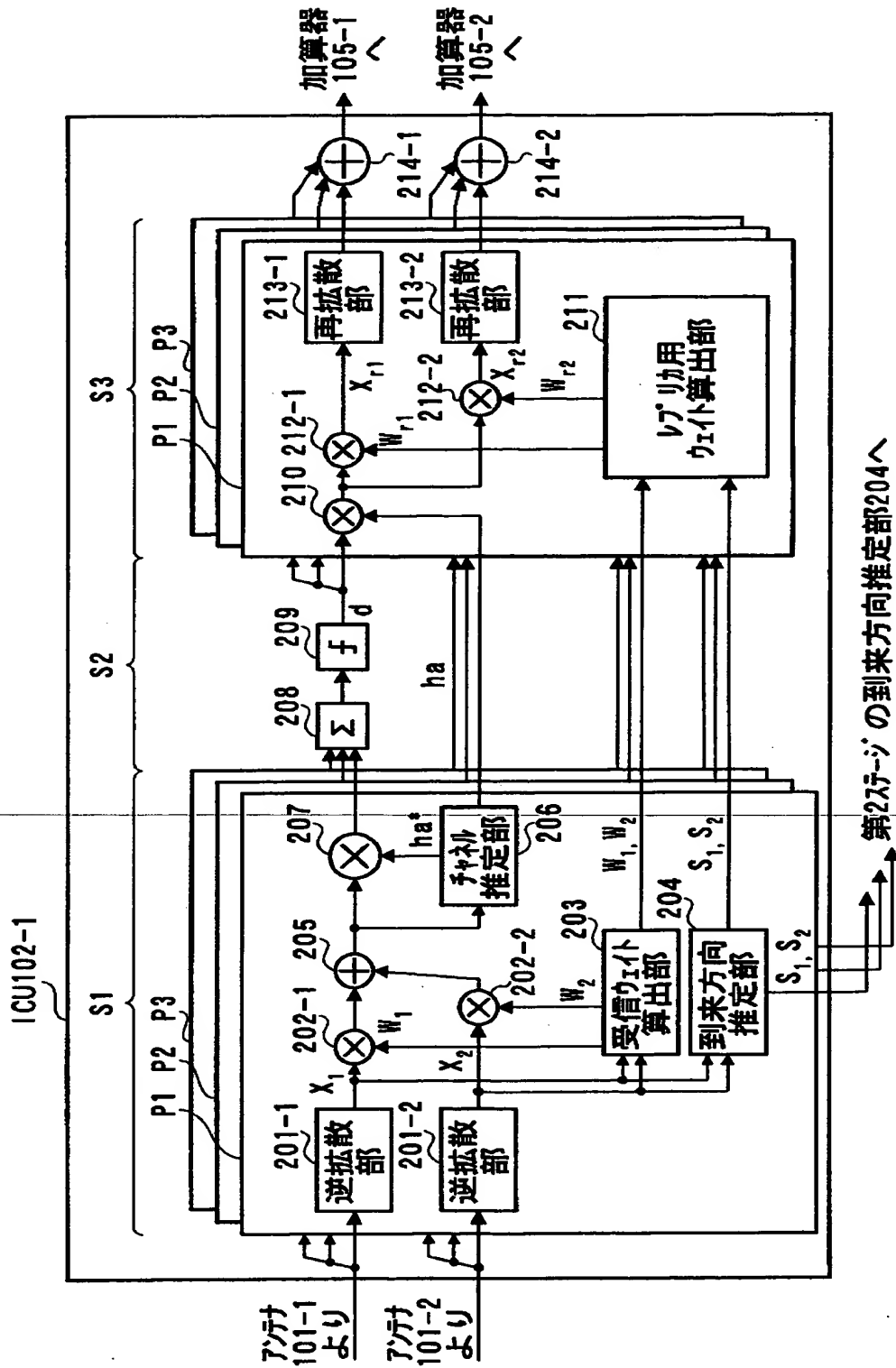
【書類名】

図面

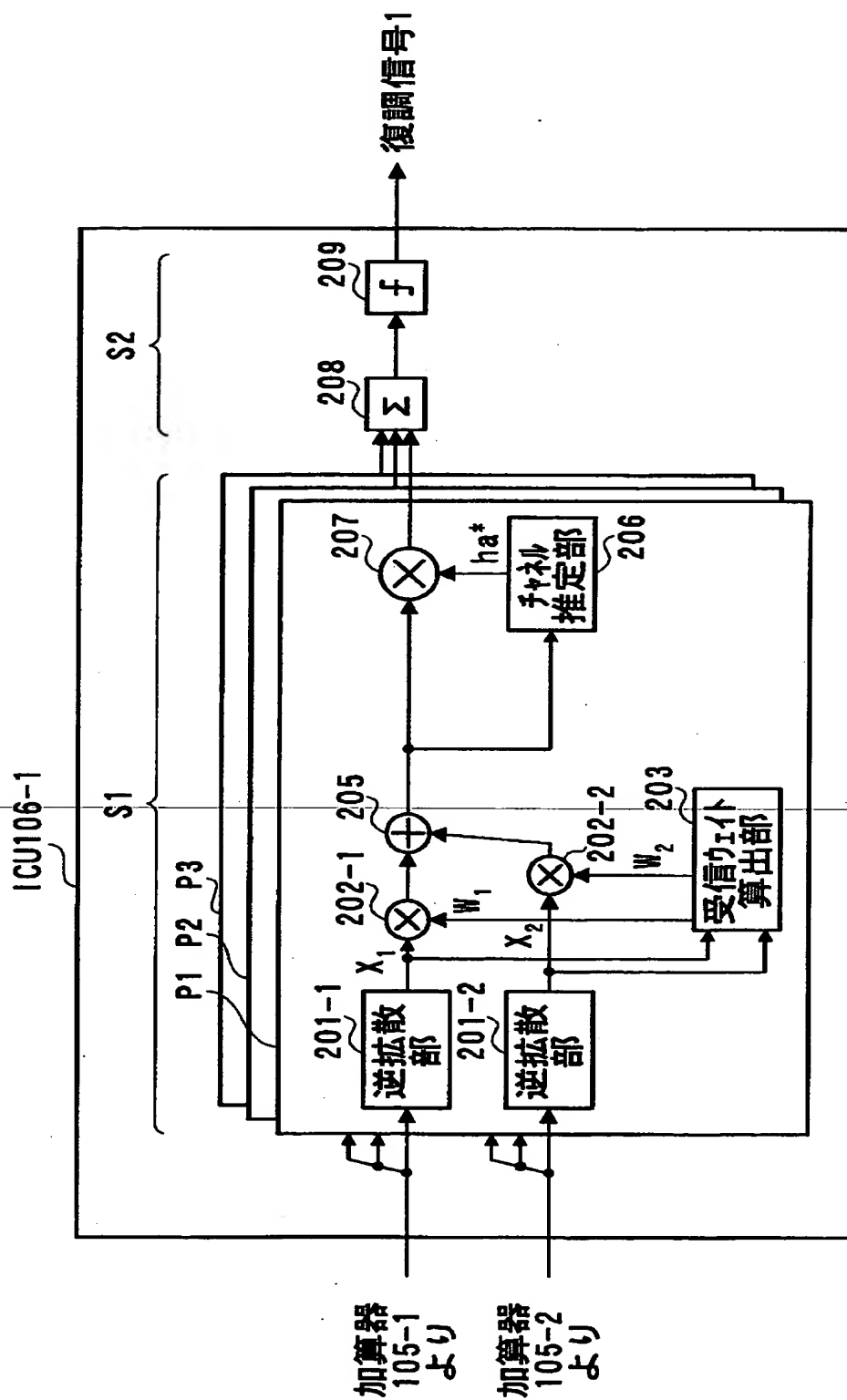
【図 1】



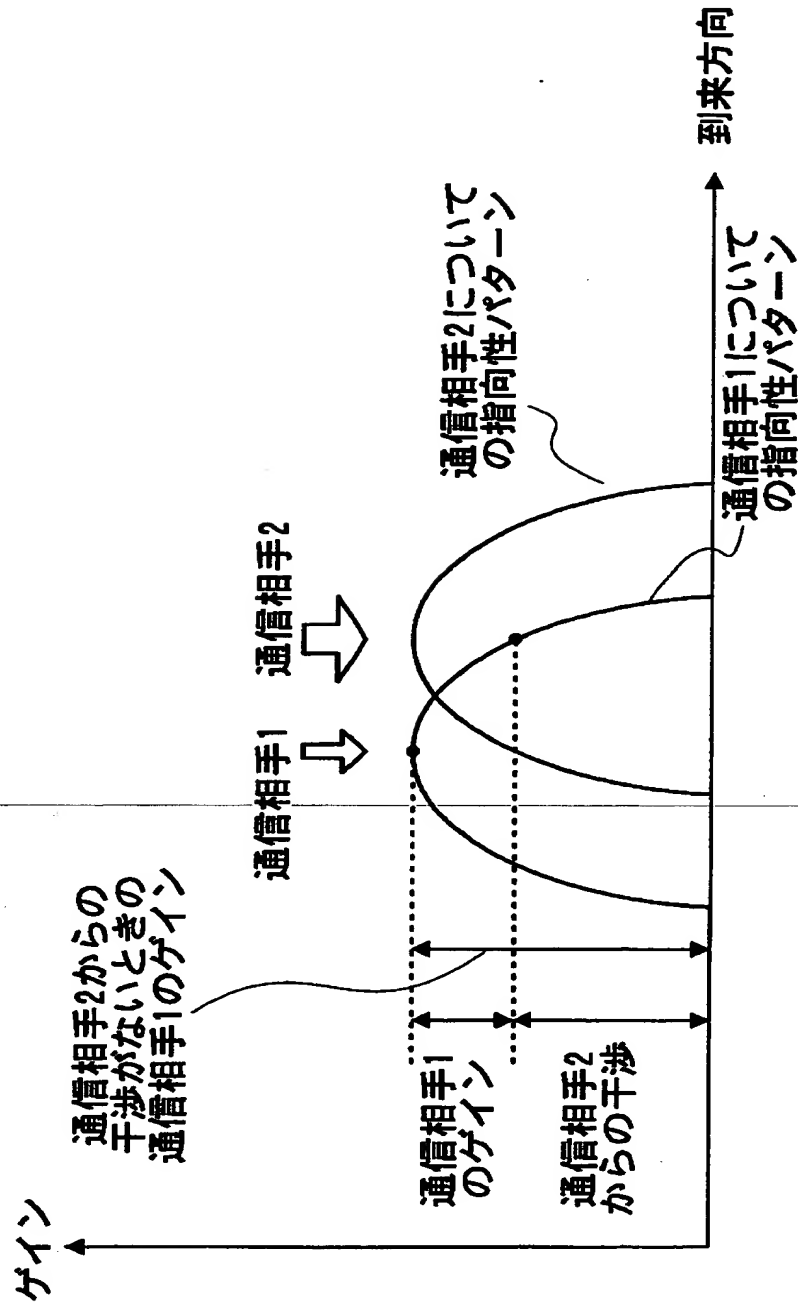
【図2】



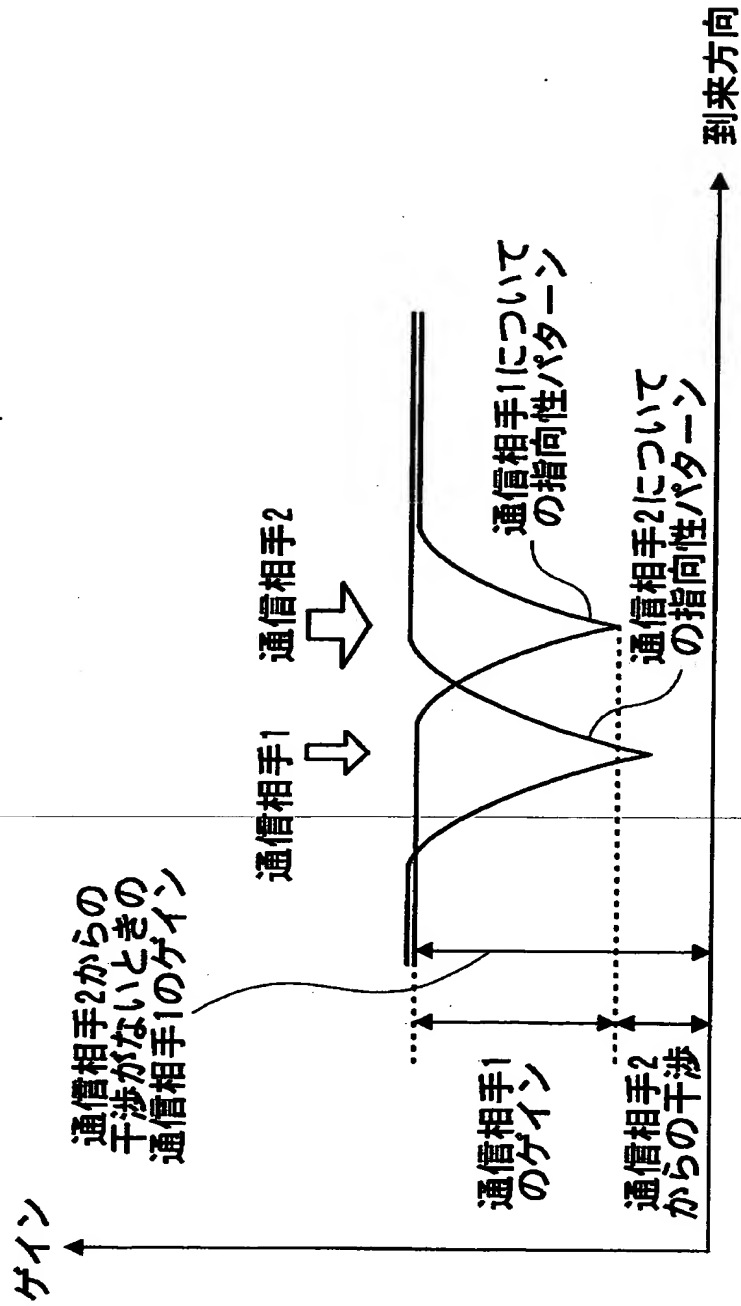
【図3】



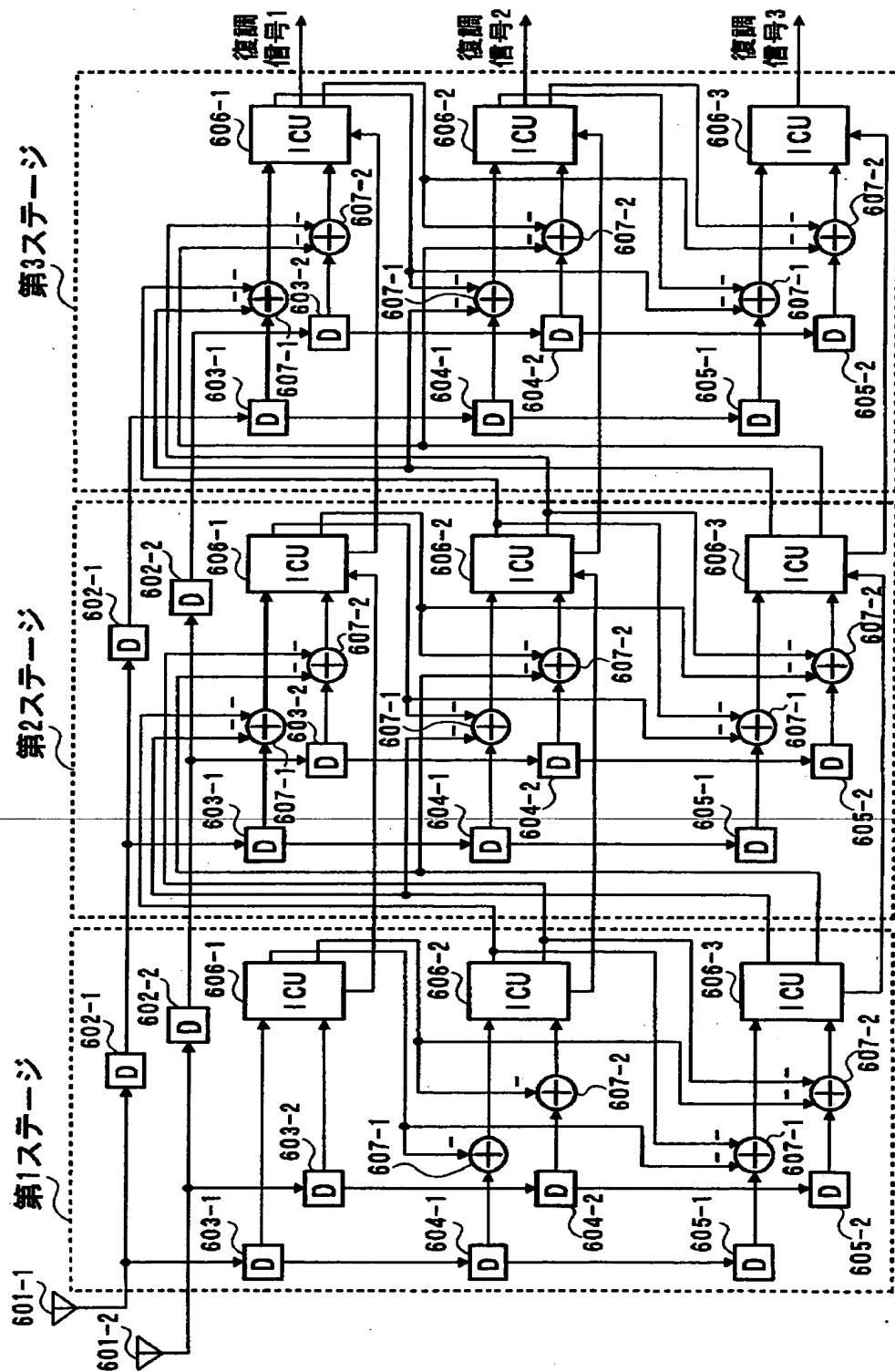
【図 4】



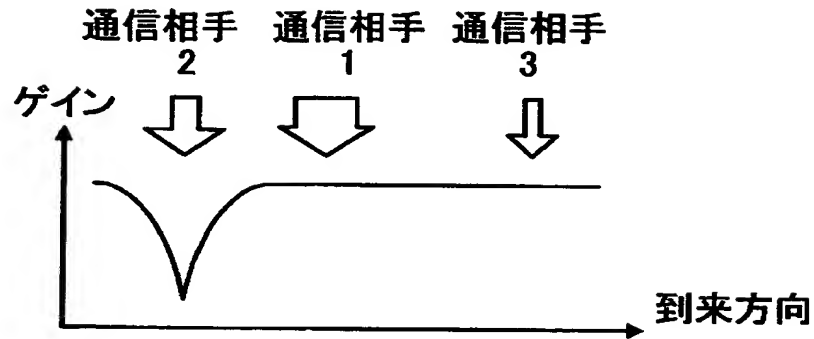
【図 5】



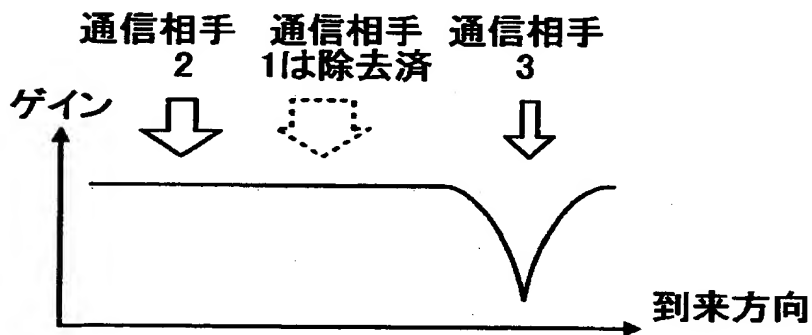
【図6】



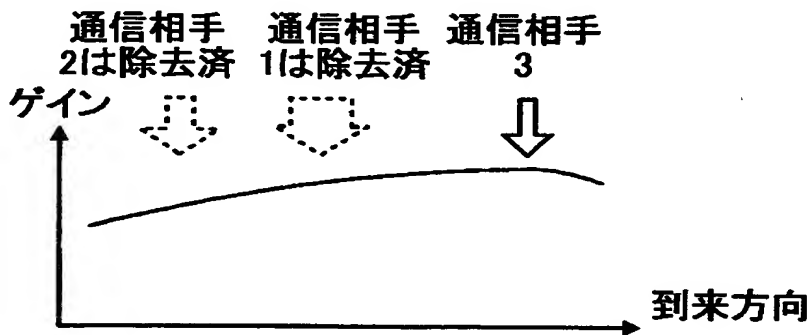
【図7】



(a) 通信相手1についての指向性パターン



(b) 通信相手2についての指向性パターン



(c) 通信相手3についての指向性パターン

【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 アレーアンテナと干渉キャンセラを組み合わせた場合においても、各通信相手に対応するチャネル毎に干渉キャンセラを設けることなく小さい装置規模で、所望信号を高い品質で受信すること。

【解決手段】 受信ウェイト算出部203が、干渉除去効果を高めるために最適な指向性制御方法を用いてアンテナ毎の受信ウェイト W_1 、 W_2 を算出し、到来方向推定部204が、アンテナ毎に受信信号の到来方向を推定して各アンテナについてのステアリングベクトル S_1 、 S_2 を算出し、レプリカ用ウェイト算出部211が、受信ウェイト W_1 、 W_2 およびステアリングベクトル S_1 、 S_2 を用いて、レプリカ用ウェイト W_{r1} 、 W_{r2} を算出する。

【選択図】 図2

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000005821]

1. 変更年月日 1990年 8月28日
[変更理由] 新規登録
住 所 大阪府門真市大字門真1006番地
氏 名 松下電器産業株式会社

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☒ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☒ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

THIS PAGE BLANK (USPTO)